도료용 합성수지의 전망*

(Prospect of Painting Resins)

김 점 식**

1. 서 론

물체의 표면을 피복하는 것은 인류 미개시대부터 시작된 것으로서 역사상 남아있는 유물중에 자연계의 유지, 천연수지, 옻칠, 셀락, 동물성 단백질등과 이것에 안료를 섞어 만든 도료를 바르고 또한 채색하고 있다. 1750년경에 이르러 보일유의 이용으로 가내공업적 도료공업이 발생하였다. 근래 도료의 발전은 니트로셀룰로우즈를 주성분으로 하는 락카의 출현(1920년대)이후이다. 락카의 출현과 거의 때를 같이하여 유변성 페놀수지가 선을 보였고 도료제조의 혁신을 가지고 온 합성수지 시대로 돌입하게 된 것이다. 그후 Table I에서 나타나는 바와같이 유변성알키드수지, 염화비닐, 합성수지에멀숀, 아미노수지, 불포화폴리에스텔, 에폭시수지, 우레탄수지, 아크릴수지등이 공업화되어 현저한 발전을 거듭하게 된것이다.

1960년대에는 수용성 수지도료의 연구와 발전을 갖게 되었으며 전착도료로서 꽃피게 된것이다.

1970년대에 들어와서는 무공해, 성자원, 성energy를 부르짖게 되어 자외선경화도료, 전자선경화도료, 비수분산도료, 하이솔리드도료, 수계도료, 분체도료, 양이온형전착도료 등이 실용화되기 시작하여 합성수지가 날이 갈수록 도료원재료로서 이용되게 되었다.

또한 도료의 원료 구성면에서 살펴보면 (1)경화도료의 연속된 박막을 구성하고 있는 전색제 성분(유지, 수지등), (2)도막에 착색하거나 보

Table Ⅰ. 도료용 전색제의 역사적변천

연 도	
B. C. 2500년경	천연유지, 천연수지, 옻칠, 셀락, 동물성 단백질등과 안료의 혼합의 이용
1750년대	보일유의 이용으로 가내공업적 공업으로 시작
1920년대	니트로셀룰로우즈 락카의 출현 유용성 페놀수지의 개발
1930년대	유변성 알키드수지의 공업화
1940년대	염화비닐수지, 합성수지에멀숀 아미노알키드수지의 출현
1950년대	불포화 폴리에스텔수지, 에폭시수지, 우레탄수지등의 개발
1960년대	오루갈솔, 플라스디솔, 아크릴수지도료의 발전 수용성수지도 연구되어 전착도료(안이온)로서 개화
1970년대	무공해, 성자원화(사회적요청)도료로서 전자선경화도료, 자외선경화도료, 비분산도료, 하이소리드도료, 수계도료, 분체도료의 발전

강충진용 또는 방식성등의 제기능을 부여하는 안료류, (3)균일한 도막형성기능을 이루게하는 용제등, (4)도막을 이루게 하는데 보조기능과 안전성 또는 개질등을 갖게하는 각종 첨가제로 이루어져 있다. 이들의 양적사용비율은 Table Ⅱ와 같으며 (1)전색제/ (2)안료/ (3)용제의 비율은 27.5/27.5/45로 되어 있으며 (4)의 첨가제는 양적으로는 극소이다.

Table Ⅱ에서 합성수지/천연수지 및 유지의 비율은 약 4/1 이상으로 되어있다.

이들 합성수지 중에서도 가장 사용량이 많은 것으로서는 알키드수지와 에폭시, 아크릴, 우레

*本稿는 成佐慶博士 回甲記念講演會에서 行한 講演內容임.

**한양대학교공과대학(Kim Jum Sik, Hanyang University, College of Engineering, Seoul, 133 Korea)

Table Ⅱ. 원료의 소요 구성비

원 료	구 성 비 (%)
유 지	2.0
천연수지	3.1
합성수지	20.6
기타주요소	2.1
안 료	27.4
용 제	41.3
물	3.5
합 계	100.0

탄계등이며, 이들에 대하여 중점적으로 논하기로 한다. 그 이전에 장차 도료의 type의 예측에 대하여 언급코저 한다. 예측에 대하여는 문헌잡지등에 많이 발견되고 최근 Baily에 의하면 공업용 도료에 대하여는 다음과 같이 예측을 하고 있다.

	1977년도	1978년도
종래의 용제형 도료	88%	20%
수 성 도 료	8%	30%
분 체 도 료	3%	5%
하이소릿드형 도료	1%	30%
기 타	0	15%

2. 도료용 수지

2-1. 알키드, 아미노알키드, 포리에스텔계 합성수지

양및 용도등에서 가장 많은 수지계로서 상온건조형과 소부형으로 대별될 수 있다. 간접원료로서는 프탈산 이소프탈산을 주로하는 다염기산과 다가알콜 및 변성용의 유지 또는 지방산이며 소부형에는 멜라민 뇨소계의 아미노수지가 병용된다.

알키드수지도료용으로는 일반적으로 유변성알키드 수지를 주성분으로 하고 있으며 이는 글리세린과 프탈산무수물에다 지방산으로 변성해서 유변성알키드수지를 만든다. 이때 프탈산무수물의 관능기 2와 글리세린 3 지방산의 1관능기간에 에스텔화 반응을 일으켜 중합하여 수지화된 것으로서 이때 에스텔화과정에 따라 공정이 달라지며 수지의 성질이 달라지게 된다.

아미노알키드수지도료는 아미노수지 단독만으로는 너무 굳어지고 딱딱하며 부스러지기 쉽기 때문에 도료로 사용하기에 적합치 못하다.

따라서 일반적으로 알키드수지와 병용하게 된다. 이것을 아미노알키드수지도료라 부르며 소부형으로 사용된다.

알키드수지와의 상용성과 도막성때문에 상호배합비가 크게 작용한다. 일반적으로 알키드수지는 유장50이하 30~45의 단유장의 것이 많이 사용되며 알키드수지/아미노수지=80/20~55/45 정도 배합하는 것이 많이 쓰인다.

폴리에스텔계 수지도료는 불포화결합을 갖는 2염기산과 2가알콜을 갖는 것을 에스텔화하여 중합함으로써 얻어지는 수지로서 일반적으로 말레산무수물 또는 프마르산, 프탈산무수물의 2염기산과 에틸렌글리콜로부터 만든다. 도료용및 플라스틱용(F.R.P)수지는 선상의 불포화폴리에스텔을 비닐계의 모노머를 용제로 하여 쓰게 된다. 이때 용제는 중합을 일으키는 모노머이므로 폴리에스텔의 선상 분자중의 불포화기와 비닐모노머와의 사이에 부가반응이 일어나 더욱 고분자화가 된다.

2-1-1. 하이솔리드화

하이솔리드화의 당면목표는 NVM(불휘발분)로 80%(용적비)이지만 간접원료로서는 종래도료와 크게 변화는 없다.

용제를 줄이고 현도장설비를 좋게하여 양호한 도장작업성을 실현하기 위하여서는 분자량을 저하시켜 점도를 낮추어야 한다. 단순히 분자량만 낮추어 도막성에 악영향을 주게된다. 소부형도료에 있어서는 가교분자량이 적게되어 아미노수지가 많이 필요로하게 된다. 경화도막의 일정한 겔분율을 얻기 위하여는 일정이상의 멜라민 수지등이 필요로 하지만 많이 쓰게되면 막이 너무 딱딱하여 물성적으로 밸런스가 나쁘다. 또한 점도를 낮추기 위한 방법으로서 제조중에 고분자량쪽의 생성을 억제하여 분자량분포를 균일하게 할 필요가 있다. 또한 수지의 용제에 대한 용해성을 높이기 위하여 조성면에서는 많은 연구와

실험이 따라야 한다.

다염기성산 및 폴리올의 선택에 의하여 용제의 용해성 밸런스를 맞추는 방법을 의미하는 것이다. 기타 일반용제 대신에 반응성 용제의 응용이라등과 알키드에 비수계아크릴분산등을 생각할 수 있다.

도료와 함께 도장기에 있어서도 역시 하이소리드도장이 가능하도록 노력하여야 하는데 최근 개발된 것으로서는 미니벨(일본 란스버그사)은 고형분이 70~80%의 도료를 희석하지 않고 그대로 스프레이 할 수 있는 도장기가 나왔다. 도료측과 도장측의 노력과 협조로써 하이소리드화 도료와 도장의 실현을 생각해야 할 때라고 생각된다.

2-1-2. 수성화

수지의 수용화에는 히드록실기, 카르복실기, 아미노기등의 친수성을 소수성구조중에 많은 비율을 차지하게 하는 것인데 친수성기를 많게 한다는 것은 결국 도막의 내수성 기타의 성능을 약화시키는 문제가 된다. 또한 도막형성 과정에서는 물의 표면장력이 크다는 것과 증발속도의 조정이 유기용제와 같이 자유롭게 되지 않는다는 점이다. 도막에는 여러가지 결함이 나타나기 쉽게 된다. 따라서 유기용제의 변형, 첨가제와 안료의 선택에는 엄한 규제가 필요로 한다. 전착도장과 벽면용의 에멀젼도료를 제외하고는 현단계의 수성도료는 모든점에서 용제형 도료에 미치지 못하고 있다고 본다.

수성알키드수지는 다염기산과 다가알콜 및 지방산의 에스텔화반응에서 말단의 카르복실기를 남게하여 아민으로 중화하여 수용화한다.

(산가는 80~20) 카르복실기를 남게하기 위하여는 TMA(트리멜리트산무수물)가 많이 쓰인다. 3개의 —COOH기 중에서 2개를 에스테르화에 사용하고 나머지 한개를 중화에 사용한다. 그외에 말레산무수물, 아디프산, 이소프탈산등도 사용된다. 기름에 말레산무수물을 부가반응시킨 수지는 음이온형 전착도료에 많이 사용되고 있다.

OH기와 —COOH기를 한 분자내에 가진

$$CH_3-C(CH_2OH)(CO_2OH)-COOH$$

가 있는데 OH기를 에스텔화에 사용하고, COOH기를 중화에 사용할 수도 있다.

다가알콜로서는 글리세린, 트리메틸올에탄, 트리메틸올프로판, 펜타에리스리톨이 있어 내수성이 좋다고 한다. 중화제로서는 보통 암모니아, 모르폴린등이 사용된다. 중화에 사용한 아민은 경화시에 증발하여 도막에는 남지 않는다. 수용화알키드에는 별도로 에멀젼, 디스퍼젼의 type가 있지만 유화안정성, 안료의 분산성의 문제가 있어 수용화알키드와의 병용을 생각할 수 있다. 앞으로의 문제로서는 유기용제/물의 비율을 낮추는 것과 또한 분체에 가깝게 유리전이점을 갖는 알키드수지의 수중 슬러리—분산체등의 검토에 관심을 갖게 될 것이다.

2-1-3. 분체화

분체도료는 액상무용제도료(2액형 에폭시수지계 또는 유성조합페인트)와 함께 완전무용제이며, 공해대책도료의 이상형이라고 생각하여 왔지만 초기의 예상만큼 신장되고 있지는 않다. 문제점은 소부가 필요하며 또한 비교적 고온이라는 점과 설비의 개체 또한 도색의 바꿈의 곤란, 박막에서 평활성, 은폐력부족, 가격이 높은 점등이다. 그러나 색바꿈이 없는 경우는 분체의 회수사용이 가능한 것과 일회도장으로 마무리가 되는 점과 수지가 비교적 고분자이어서 내식성이 좋다는 점이 잇점이 되어 많은 신장을 하여 왔다.

분체의 취급작업상, Tg(유리전이점)가 약 40°C 이상을 필요로 하기 때문에 유변성이 알키드는 무리이며 기름없는 폴리에스텔수지가 사용되고 있다. 분체도료는 에폭시수지로부터 출발하여 다음의 폴리에스텔, 아크릴등도 실용화된 것이다. 폴리에스텔 분체의 특징은 에폭시수지보다 내후성이 좋고, 아크릴수지보다 안료 분산성이 좋아 PWC(안료중량농도)를 높일수 있어 내식성 물성도 좋다.

폴리에스텔분체는 열가소성과 열경화성의 두

type이 있지만 내용제성, 내약품성, 박막화가 필요한 용도에는 현재 거의 열경화성이 실용화되고 있다. 폴리에스텔에 국한된 것은 아니고 분체수지는 취급상 내브록킹성과 레베링성에 있어서 가열용융시의 유동성의 밸런스가 중요하다. 전자에 대하여는 Tg가 45~50°C 이상이 바람직하고 후자에 있어서는 멜트인덱스가 높을 필요가 있다. 폴리에스테르에 다염기산으로는 폴리머의 결정구조면에서 테레프탈산 또는 이소프탈산 또는 TMA가 사용되고 있다. TMA는 COOH기의 도입을 위하여 사용되고 있다. 폴리올로서는 NPG, EG 등이 사용되고 있다.

경화방식으로서는 TGIC(트리글리시딜 이소시아네트)/—COOH—폴리에스텔, 브록화 이소시아네트/—OH—폴리에스텔, 멜라민/—OH—폴리에스텔, 에폭시/—COOH—폴리에스텔, —COOH—OH—폴리에스텔등이 있다.

분체의 경우 본질적인 레베링성 부족으로 가교기구로서는 휘발분이 나오지 않는 부가 가교형이 바람직한 것이다. TGIC 가교형은 내후성은 좋으나 TGIC의 불안정성, 약간의 독성, 소부온도가 높은 점들의 결점이 있다. 브록화이소시아네트는 밸런스가 잡힌 성능을 나타내는데 내오염성이 약간 약하다는 것과 브록크제의 방출로 인한 도막의 핀홀발생등이 문제가 되고 있다. 내후성이 떨어지지만 에폭시수지/—COOH—폴리에스텔수지의 조합도 종종 쓰이고 있다.

2-1-4. UV, EB 경화형

말레산 무수물과 같은 불포화산의 에스텔화에 의하여 얻은 불포화폴리에스텔수지는 스티렌 기타의 불포화 모노머 또는 올리고머등의 반응성 희석제와의 병용으로 전자선 조사에 의하여 경화된다. 이것에 광증감제를 조합하게되면 자외선으로 경화하는 도료가 된다. 불포화 폴리에스텔은 과산화물과 코발트염의 촉진제와의 2액형 도료로서 목공관계에 널리사용되고 있으며 후막도장이 되어 피아노와 같은 고급악기에도 사용되고 있다. UV 및 EB에 의한 경화는 에너지가 깨끗하며 또한 효율도 높기 때문에 경화방식으로는 앞으로 기대되는 것이 될것이다. 가격문제, EB의 설치비, UV 램프의 수명, 불투명 도료의 UV 경화등의 문제점이 남아있다.

2-2. 아크릴계 합성수지

아크릴수지계 도료는 자동차, 가전제품, 동판, 건재, 알미늄 가공품등 용도가 넓고 중요한 수지로 등장하고 있다. 스티렌, 아크릴에스텔, 메타아크릴에스텔등 경질모노머와 연질모노머의 조합으로 도막물성의 조절이 될수 있다는 강점이 있다. 특히 내후성, 내약품성, 내오염성, 금속과의 밀착이 현저하게 좋다. 중합법도 용액중합, 현탁중합, 유화중합, 괴상중합등 목적에 알맞는 방법을 택할수 있기 때문에 다양하게 사용이 가능하다. 관능기로서는 —COOH, —OH, —$CONH_2$, —CH—CH_2, —$CONHCH_2OR$ 등이

도입된다. 상온건조용으로서는 락카용(용액 또는 에멀죤), 우레탄계 2액형으로 금속 목공, 건축용, 자동차보수용, 선박용등에 사용된다. 소부 경화형에는 멜라민수지 뇨소수지가 가교제로서 변형된다.

2-2-1. 하이솔리드화

상온건조용 락카용은 도막성능상수지의 중합도가 높고 용액점도가 높기때문에 하이솔리드화는 곤란하다. 가교제를 별도로한 2액형에서는 가능하며 —OH기 함유 아크릴과 이소시아네트 프리폴리머의 조합이 유리하다. 2액형으로 사용하기는 불편하지만 내후성, 내약품성, 고밀착성의 도막을 얻을 수 있다. 최근에는 무황변성의 폴리이소시아네트의 디사이클로헥실메탄디이소시아네트(HMDI) 크실렌디이소시아네트(XDI), 이소포론디이소시아네트(IPDI), 헥사메틸렌디이소시아네트(HDI)등의 사용이 높아지고 있다. 하이솔리드로 하기 위하여는 아크릴수지의 저분자화가 필요하지만 관능기 농도를 높일 필요가 있으며 고가인 —NCO기를 많이 사용하게 된다. 가격문제가 있기때문에 많은 연구가 이루어지고 있다.

소부형 아크릴수지는 저분자량화 모노머조성 가교제의 점도에 따라 실용화에 도달하기에 되었지만 현재로서는 70~75%의 고형분 정도이다. 도장할때의 점도는 도장기 기타의 조건에 따라

달라지며 몇가지의 유기용제의 추가가 필요로 하게 된다. 내후성등 장기 내구성이 필요한 분야에서는 저분자량화에도 한도가 있기 때문에 가교제쪽을 고려하지 않으면 고형분을 높이기에 곤란하다. 자동차보디상도용으로 사용하기 시작한 NAD(비수용액 디스퍼젼)형 도료는 금속 마무리에도 가능하며 공해활성도가 적은 유기용제를 사용할 수가 있기 때문에 공해 대책상 상당한 기간 동안은 유망한 도료이다. 디스퍼젼도료의 경우 수지합성기술 안료와 수지입자의 분산안정성 등이 기술적으로 중요하다.

2-2-2. 수성화

상온건조용으로 아크릴에멀젼이 초산비닐에멀젼과 함께 건축용, 가정용에 많이 사용하여 왔다. 외부용으로는 아크릴계 에멀젼이 적합하다. 최근에는 하이드로솔 기타 입경을 아주 작게한 (0.01~0.1μm)것이 개발되어 광택있는 것이 나온다. 또한 산화중합형 에멀젼도 있고 서서히 상온건조형 알키드도료에 필적되는 도막수준을 얻기위한 연구가 진행되는 있다. 유화제로는 계면활성제를 사용하고 있지만 이것은 도막성능에 악영향을 주기때문에 유화제 없는것 또는 폴리머에 의한 유화등의 방향으로 검토가 진행되고 있다.

소부형 아크릴도료의 수성화에는 알키드와 마찬가지로 (1) —OH, —COOH 등의 친수성기를 도입하여 암모니아, 아민등으로 중화하는 방법, (2) 에멀젼화하는 방법 (3) 아미노기 또는 제4암모늄기를 도입하여 산으로 중화하여 가용화하는 방법등이 있다. 이들은 다같이 열경화하기 때문에 수용성 멜라민등이 가교제로 병용된다. 알키드와 마찬가지로 수성화하는데는 유기용제에 비교하여 물은 비열이 수배나 크고 증발잠열이 6~7배나 크기때문에 증발이 늦고 또한 표면 장력이 3배나 크기 때문에 도장조건이 아주 까다롭다.

2-2-3. 분체화

아크릴수지는 내후성 내약품성이 좋기 때문에 분체용수지로서 에폭시폴리에스텔계와 함께 중요한 수지이다. 분체용수지로서 구비해야 할 성질은 이미 기술하였지만 아크릴계의 경우 특히 문제가 되는 점은 안료분산성이 나쁘고 용해점도가 크다는 점등이다. 가교기구는 폴리에스텔계와 거의 같지만 용융점도가 높기때문에 충분한 유동성을 겔경화 개시전에 실현하는 것이 중요하다.

2-2-4. UV, EB 경화형

스티렌과 마찬가지로 아크릴모노머는 UV 또는 EB 조사에 의한 라디칼중합이 진행되기 때문에 수지올리고머 고비점모노머 자체가 무용제 화도료원료가 된다. 불포화 폴리에스텔계보다도 빨리 경화가 되지만 원료가격에서는 높다.

2-3. 에폭시계

에폭시 수지도료에는 비스페놀과 에피클로로히드린과의 공중합체가 가장 많이 사용되고 있다. 에폭시수지의 용도는 공업용으로 널리 사용되고 있지만 도료용이 가장 많고 그 구성비는 다음과 같다. 도료(43%), 전기(25%) 토목(25%) 접착제(7%)이며 도료용의 용도별내역은 중방식용(31%) 깡통 및 드럼용(31%), 일반기계(23%) 선박(15%)로 되어있다. 에폭시수지가 가지고 있는 방식성 내약품성, 접착성이 좋기때문에 현재도 장차도 중요한 수리원료이다.

에폭시수지의 사용방법은 다음과 같이 여러가지가 있다.

(A) 에폭시수지 + 아민아닥트, 아민, 폴리마아드 } 상온건조용 2액형

에폭시수지 + 뇨소수지, 멜라민수지, 페놀수지 } 소부용

에폭시수지 + 디시안디아미드, 산무수물 } 분체용

(B) 에폭시에스텔수지 + 건조제 → 상온건조용

에폭시에스텔수지 + 멜라민수지 → 상온건조용

에폭시수지는 에폭시당량이 150~4000까지 광범위하게 생산되어 액상에서 고체까지 목적에 따라 사용할 수 있어 여러면으로 사용하기 때문에 앞으로도 유망한 원료수지가 될것이다.

2-3-1. 저용제, 무용제화

에폭시당량이 적은 저점도수지를 원료로 하고 경화제로서는 폴리아미드, 아민 변성제로서는 타르(tar) 또는 비타르변성제, 반응성 희석제로는 알키드페놀글리시딜에텔, TMP 폴리글리시딜에텔등을 조합하여 중방식용의 미용제형, 무용제형도료가 사용되고 있다. 이는 2액형이며 또한 저점도화에도 한계가 있기 때문에 도장기의 앞으로 많은 개량이 실용화를 높이는 요인이 될것이다.

소부용으로는 에폭시수지/아민아닥트, 산무수물 또는 COOH를 갖는 아크릴올리고머의 type로 쓰고 있다.

2-3-2. 수성화

계면활성제로 유화시킨 에멀존이 외벽스프레이용으로 사용되고 있으며 폴리아미드의 자기유화형 경화제로 방식성이 개선된 것도 있다. 또한 아크릴계 유화형 경화제를 사용하여 용제형의 에폭시/폴리아미드계에 가까운 성능을 갖는 것도 있다. 1액형 소부형에멀존으로는 에폭시수지/수용성멜라민/경화제의 type이 깡통용으로 사용되고 있다. 최근 주목되고 있는 양이온형 전착도료는 에폭시수지를 사용하고 있다. 에폭시수지를 아민화하여 산으로 중화하는 type인데 종래의 아마유, 폴리부타디엔의 말레산화물의 알카리로 중화한 음이온형 전착도료보다 미처리강판에서의 방식성이 좋고 또한 화성처리막의 재용해가 없는 등의 특징을 갖고 있다.

2-3-3. 분체화

에폭시당량이 1000전후의 고체에 피비스형수지의 경화제로서는 폴리아민 또는 산무수물이 사용되고 있다. 경화제도 고체의 것을 사용하고 있으며 이 이외에도 2염기산히드라지드나 COOH기를 가진 고체폴리에스텔수지도 병용되고 있다.

에폭시수지를 분체로 사용한 것은 역사적으로 오래된 일이며 30년전부터 유동침적법이 시작되었고 약 10년전부터 분체의 정전스프레이도장기가 개발되어 실용분야가 넓어졌다. 에폭시수지는 내브록킹성이 좋고 용융점도가 낮아 분체도료용수지로서는 가장 알맞다. 외국의 경우 에폭시계 또는 에폭시/폴리에스텔계가 분체도료의 약 80~90%를 점하고 있다.

2-4. 우레탄계

폴리우레탄수지는 도막으로서의 우수한 성질, 내약품성, 접착성, 광택, 내후성을 가지고 있다. 목공용 금속용의 고급마무리도장, 강구조물의 중방식용도장의 마무리도장등 각 용도에 많은 신장을 보이고 있다. 도료로 사용되고 있는 —OH기를 갖는 폴리올은 알키드폴리올 아크릴폴리올이 주이며 후자가 더욱 실용화되고 있다.

폴리이소시아네이트로서는 TDI, MDI가 일반적으로 사용되고 있으며 무황변 type로는 HDI, XDI, HMDI, IPDI 등이 내후성우레탄으로 사용되고 있다. 2액형 우레탄도료의 경우에는 트리메틸올프로판 또는 에틸렌글리콜등을 부가하여 말단에 이소시아네이기트를 갖게한 아닥트로서 사용되고 있다. 이렇게 변성함으로써 증기압을 적게하고 독성을 줄이게하는등 반응성과 도막성능의 조정이 가능하게 된다. 이소시아네이트를 고정시킬 경우 각종 활성 수소화합물과의 반응성은 지방족아민>방향족아민>제1알콜>물, 카르본산의 순이며 경화조건, 가사시간 등에 관계가 있다.

하이솔리드화에는 피마자유/프탈산무수물, 이소프탈산계 알키드의 폴리올과 이소시아네이트가 사용되고 있지만 저점도의 OH-기를 갖는 화합물로서는 2-에틸-1,3-헥산디올 또는 1,4-부탄디올을 용제의 일부와 치환하면 하이솔리드화가 된다. 저점도의 이소시아네트경화제와 저점도의 폴리올의 개발은 앞으로의 하이솔리드용으로 우레탄계가 기대된다. 우레탄계 하이솔리드도료는 자동차 body의 line 도장용으로 검토되고 있는데 2액형이기 때문에 도장기기의 개발 위생대책의 검토가 필요하다.

소부용 1액 type에는 브록화 폴리이소시아네이트가 사용되고 있다. 브록제로서는 카프로락탐이 쓰이고 있지만 옥심계의 것이 소부온도의 저온화에 효과가 있다. 이 브록화이소시아네이트는 소부형수성도료의 경화제에 사용되지만 해리온도 때문에 용제형 소부온도가 높게 된다.